



Un serveur de connaissance pour l'agriculture durable

Vincent Soullignac, Jean-Louis Ermine, Jean-Luc Paris, Olivier Devise,
Jean-Pierre Chanet

► To cite this version:

Vincent Soullignac, Jean-Louis Ermine, Jean-Luc Paris, Olivier Devise, Jean-Pierre Chanet. Un serveur de connaissance pour l'agriculture durable. GeCSO 2011 : 4ème colloque francophone "Gestion des Connaissances, Société et Organisation", May 2011, Clermont-Ferrand, France. 25 p. hal-00673382

HAL Id: hal-00673382

<https://hal.science/hal-00673382>

Submitted on 23 Feb 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UN SERVEUR DE CONNAISSANCE POUR L'AGRICULTURE DURABLE

Vincent Soullignac,

Ingénieur divisionnaire de l'agriculture et de l'environnement, Doctorant Cemagref,
UR TSCF Campus de Clermont-Ferrand Aubière
vincent.soullignac@cemagref.fr, + 33 4 73 44 06 86

Jean-Louis Ermine,

Doyen de la recherche de Telecom, Ecole de management, Evry
jean-louis.ermine@telecom-em.eu, + 33 1 60 76 45 77

Jean-Luc Paris*,,**

Professeur

Olivier Devise*,**

Maître de conférence

* Clermont Université Institut Français de Mécanique Avancée, LIMOS, BP 10448, F-63000
Clermont-F^d

** CNRS, UMR 6158, LIMOS, F-63173 Aubière

jean-luc.paris@ifma.fr, olivier.devise@ifma.fr +33 4 73 28 80 24

Jean-Pierre Chanet,

Docteur en informatique,

Equipe systèmes d'information agri-environnementaux communicants, Cemagref, UR TSCF,
Campus de Clermont-Ferrand Aubière

jean-pierre.chanet@cemagref.fr + 33 4 73 44 06 78

Résumé : L'agriculture devra évoluer vers une activité plus respectueuse de l'environnement tout en étant économiquement viable. Ce type d'agriculture est dite durable. Elle a une logique systémique et nécessite beaucoup de connaissances. Nous proposons donc de développer un outil de gestion des connaissances. Dans la première partie de notre article, nous appréhendons quels sont les acteurs possibles de l'outil et leurs implications possibles. La seconde partie traite du contenu avec la sélection et la formalisation des connaissances.

Summary : Agriculture must evolve into a more environmentally-friendly way while being economically workable. This type of agriculture is said to be sustainable. It has a systemic logic and therefore requires strong knowledge. We suggest developing a management computing tool of knowledge. In the first part of our article, we apprehend who are the potential actors of the tool and their possible implications. The second part deals with the contents, its selection and its form.

Mots clés : Agriculture durable, Connaissance, Système d'information

Keyword : Sustainable agriculture, Knowledge, Information system

UN SERVEUR DE CONNAISSANCE POUR L'AGRICULTURE DURABLE

Résumé : L'agriculture devra évoluer vers une activité plus respectueuse de l'environnement tout en étant économiquement viable. Ce type d'agriculture est dite durable. Elle a une logique systémique et nécessite beaucoup de connaissances. Nous proposons donc de développer un outil de gestion des connaissances. Dans la première partie de notre article, nous appréhendons quels sont les acteurs possibles de l'outil et leurs implications possibles. La seconde partie traite du contenu avec la sélection et la formalisation des connaissances.

Summary : Agriculture must evolve into a more environmentally-friendly way while being economically workable. This type of agriculture is said to be sustainable. It has a systemic logic and therefore requires strong knowledge. We suggest developing a management computing tool of knowledge. In the first part of our article, we apprehend who are the potential actors of the tool and their possible implications. The second part deals with the contents, its selection and its form.

Mots clés : Agriculture durable, Connaissance, Système d'information

Keyword : Sustainable agriculture, Knowledge, Information sys

INTRODUCTION

L'agriculture est impliquée dans un vaste mouvement sociétal qui lui impose le cadre et les valeurs associés au développement durable. Pour réussir cette mutation, l'agriculture devra devenir pour une grande partie du type intégrée et pour l'autre partie du type biologique (INRA 2010). Cette transformation de l'agriculture repose en grande partie sur une mobilisation des connaissances et des savoir-faire. Mais en 2011, alors que de nombreux logiciels professionnels sont accessibles aux agriculteurs, aucun outil informatique structuré, interactif et métier de gestion des connaissances ne leur est proposé. Nous proposons donc de développer un outil de gestion des connaissances. Dans la première partie de notre article, nous appréhendons quels sont les acteurs de l'outil et leurs implications possibles. La seconde partie traite du contenu avec la sélection et la formalisation des connaissances.

1 UN OUTIL DE GESTION DES CONNAISSANCES : POUR QUI ?

1.1 Les agriculteurs et le conseil agricole

Dans le cadre d'une enquête auprès d'agriculteurs conventionnels et d'agriculteurs durables, nous avons distingué respectivement leurs différents types de sources d'information disponibles pour la protection des végétaux. La figure 1 résume ces principaux flux, leur nature ainsi que leur origine. En agriculture conventionnelle, les échanges d'information sont importants en particulier depuis les coopératives et les négoces. A l'inverse en agriculture durable, l'appropriation des connaissances par les agriculteurs est fondamentale même si en agriculture conventionnelle, la gestion des connaissances est également présente (Compagnone, Hellec et al. 2008). Cette dernière se fait, pour l'essentiel, par échange entre agriculteurs et dans la meilleure des configurations en présence d'un conseiller.

(Darré 1999) a montré que les agriculteurs sont très souvent organisés en GPL¹. Selon les circonstances, celui-ci est plus ou moins structuré au sein d'entités morales. La modalité de construction des GPL est associée à la proximité géographique des agriculteurs mais également à des pratiques culturelles proches. Ce voisinage se justifie par la nécessité de contacts réguliers, comme dans toutes les communautés de pratique, mais aussi par l'intérêt pédagogique des tours de plaine. Chacun y amène ses ressources immatérielles construites à partir de ses expériences ou issues de ses propres réseaux (Mathieu, Lasseur et al. 2004). Les connaissances partagées sont transformées ou rejetées.

¹ GPL : Groupe Professionnel Local

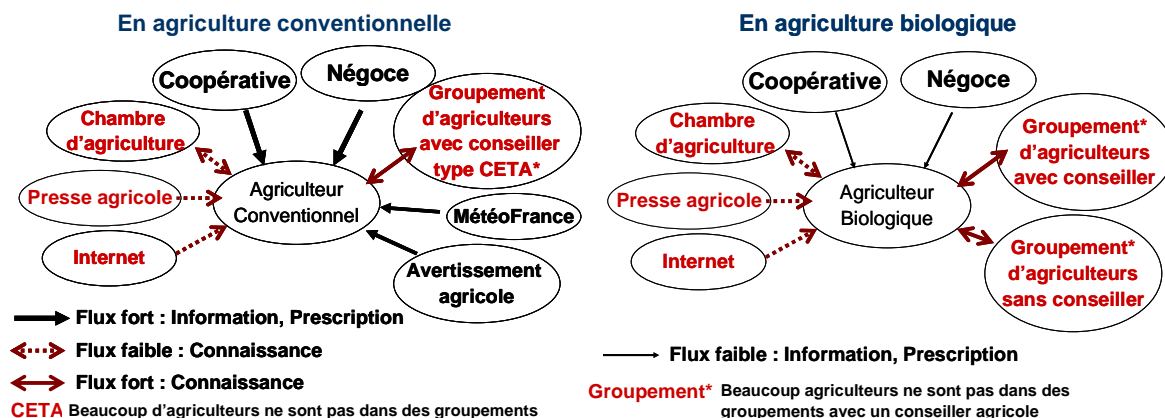


Figure 1 : Principaux acteurs de la gestion des connaissances en contact direct avec les agriculteurs conventionnels versus durables

1.2 Dynamique d'échanges entre les acteurs du "système de connaissance agricole"

Le concept de "système de connaissance agricole" regroupe l'ensemble des institutions, de conseil, d'enseignement et de recherche impliquées dans la construction d'une agriculture durable. (Cerf, Gibbon et al. 2000) souligne l'intérêt d'une production et d'un apprentissage des connaissances dans le cadre d'un partenariat entre les acteurs du monde agricole élargi. En terme d'interaction, un outil accessible par internet facilite des relations nouvelles. Nous les avons regroupées dans le Tableau 1 ci-dessous.

Acteur Vers Depuis	Agriculteur "durable"	Conseiller agricole	Enseignant agricole	Chercheur
Agriculteur "durable"	Pour les agriculteurs non voisins ou ne pratiquant pas le même type d'agriculture durable	Pour les conseillers qui ne suivent pas l'agriculteur ou ne participent pas à des formations continues comme formateur	Pour tous les enseignants agricoles (Hors partenariat avec l'agriculteur ou participation à des formations continues)	Pour tous les chercheurs
Conseiller agricole	Pour les agriculteurs non suivis par le conseiller ou qui ne participent pas à ses formations continues	Pour les conseillers agricoles qui ne sont pas de la même région et qui ne font pas partie des mêmes réseaux de conseil	Pour tous les enseignants agricoles hors partenariat avec un lycée agricole	Pour les chercheurs qui ne font pas partie des mêmes réseaux que le conseiller agricole


Acteur Vers  Depuis	Agriculteur "durable"	Conseiller agricole	Enseignant agricole	Chercheur
Enseignant agricole	Pour tous les agriculteurs non associés aux lycées agricoles ou qui ne participent pas à ses formations continues	Pour tous les conseillers agricoles non associés aux lycées agricoles	Pour les enseignants agricoles entre disciplines ou entre établissements d'enseignement agricole	Pour tous les chercheurs
Chercheur	Pour tous les agriculteurs	Pour les conseillers agricoles qui ne font pas partie des mêmes réseaux que le chercheur	Pour tous les enseignants	Les interactions existent déjà dans le cadre des publications et des colloques

Tableau 1 : Types d'interactions à renforcer entre acteurs en agriculture durable

1.3 Rôle des acteurs dans l'outil

Tous les acteurs n'ont pas le même poids. Ainsi, les centrales d'achat s'inscrivent souvent dans des relations contractuelles avec les agriculteurs à travers les coopératives ou les négoces. Par contre, la recherche et le conseil agricole n'ont souvent pas des relations obligées avec les exploitants agricoles. Dans ces conditions, tous les acteurs en lien direct ou indirect avec les agriculteurs auront-ils un accès égal à cet outil de gestion des connaissances ? Si la réponse est négative, sur quelle base, va-t-on répartir les rôles des acteurs sur l'outil ? Le développement d'un espace collaboratif de savoir repose sur une capacité à s'approprier la perspective de l'autre. Il faut également que les acteurs partagent les mêmes objectifs. L'approche d'un conseiller technico-commercial d'une coopérative même en agriculture biologique est de vendre des intrants et d'acheter la production agricole. Sa participation à un outil de gestion des connaissances est donc nécessairement influencée par ses intérêts. Ces derniers ne sont pas nécessairement partagés par les agriculteurs. Pour autant, il est possible de distinguer les usagers du site qui auront éventuellement les droits d'écriture (les agriculteurs, les participants au "système de connaissances agricoles") de ceux qui auront uniquement les droits de lecture (coopératives, négoces, collectivités locales...). L'intervention de ces derniers sera réduite à des contributions dans des espaces plus ouverts comme les blogs ou les forums. Nous proposons donc le niveau d'implication possible de chaque catégorie d'acteurs comme usager de l'outil dans La figure 2.

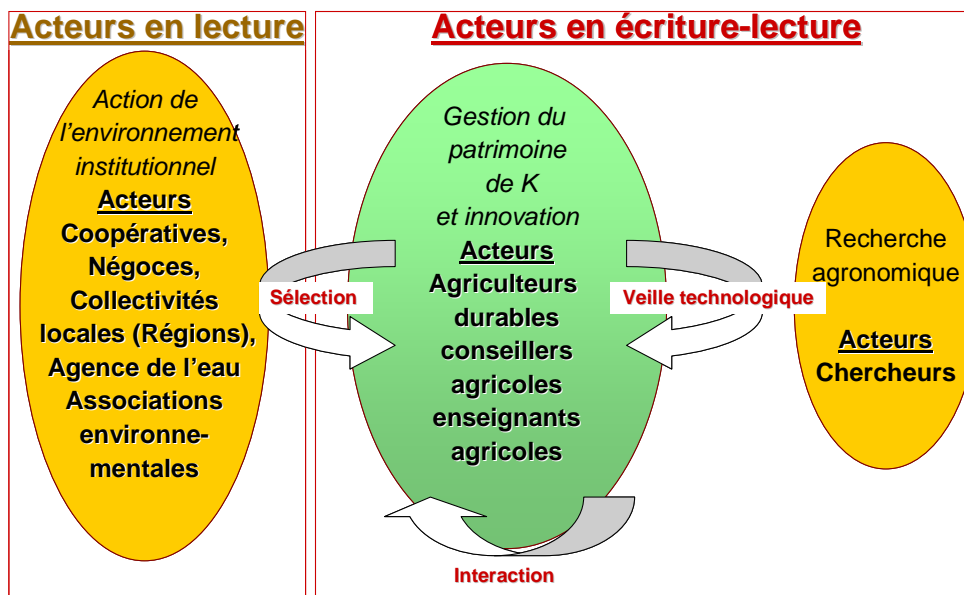


Figure 2 : Rôle des acteurs dans l'outil de gestion des K²

D'après le modèle de la Marguerite de Jean-Louis Ermine (Ermine 2007a)

Dans l'espace des acteurs en lecture, les acteurs ancrés dans l'environnement institutionnel tels que les coopératives, influent sur les exploitants agricoles par leurs demandes spécifiques. Cela implique un processus d'adaptation des connaissances. Dans l'espace des acteurs en lecture-écriture, nous avons dissocié les agriculteurs des chercheurs compte tenu de leurs difficultés de communication. Il n'est cependant pas question de brider l'innovation en cloisonnant les acteurs de la recherche des autres acteurs du développement comme l'indique (Le Masson, Weil et al. 2006). Les conseillers agricoles ou des enseignants agricoles peuvent effectuer une veille et un transfert de connaissances académiques issues de la recherche.

2 AVEC QUEL CONTENU ?

Dans le cadre de notre démarche de définition de l'outil, nous allons privilégier l'agriculture biologique. Elle a pour principal avantage d'être labélisée. L'environnement institutionnel est relativement bien connu (Enita de Bordeaux 2003). Toute la filière biologique des produits agroalimentaires est également tracée depuis le champ jusqu'au produit fini. Le contexte d'une autre agriculture durable comme l'agriculture intégrée est plus flou. Ce choix n'est pas

² Ce jeu d'acteur a été présenté le mercredi 9 février 2011 à la conférence de consensus sur les référentiels en agriculture biologique organisée par le projet Casdar RefAB. Ce projet regroupe 23 partenaires institutionnels, acteurs majeurs du développement en agriculture biologique autour de la production et de la diffusion de références. Selon la terminologie du projet RefAB, un référentiel est un ensemble organisé de références.

réducteur car les problématiques sont proches entre agriculture intégrée et agriculture biologique (Lamine, Meynard et al. 2009), ne serait ce que parce qu'il faut redéfinir le système de culture. Afin d'avoir une plus grande homogénéité dans nos résultats, et parce qu'il n'était pas possible dans le temps imparti de balayer toutes les filières de l'agriculture biologique, nous avons enquêté sur les exploitations agricoles en grandes cultures. En 2008, 19% des exploitations biologiques avaient une orientation principale dans cette filière.

2.1 Présentation du patrimoine des connaissances "Grandes cultures biologiques"

Le schéma Organisation Information Décision Connaissance (OIDC) comprend quatre sous parties : le système de décision, le système d'information, le système opérant ainsi que le patrimoine de connaissance (Ermine 1996, 2^{ème} édition 2000) . La Figure 3 modélise une exploitation agricole en grandes cultures biologiques. Le modèle OIDC place les agents de l'entreprise agricole et leurs artéfacts (Terre, machines, logiciel) dans les trois systèmes opérant, d'information et de décision.

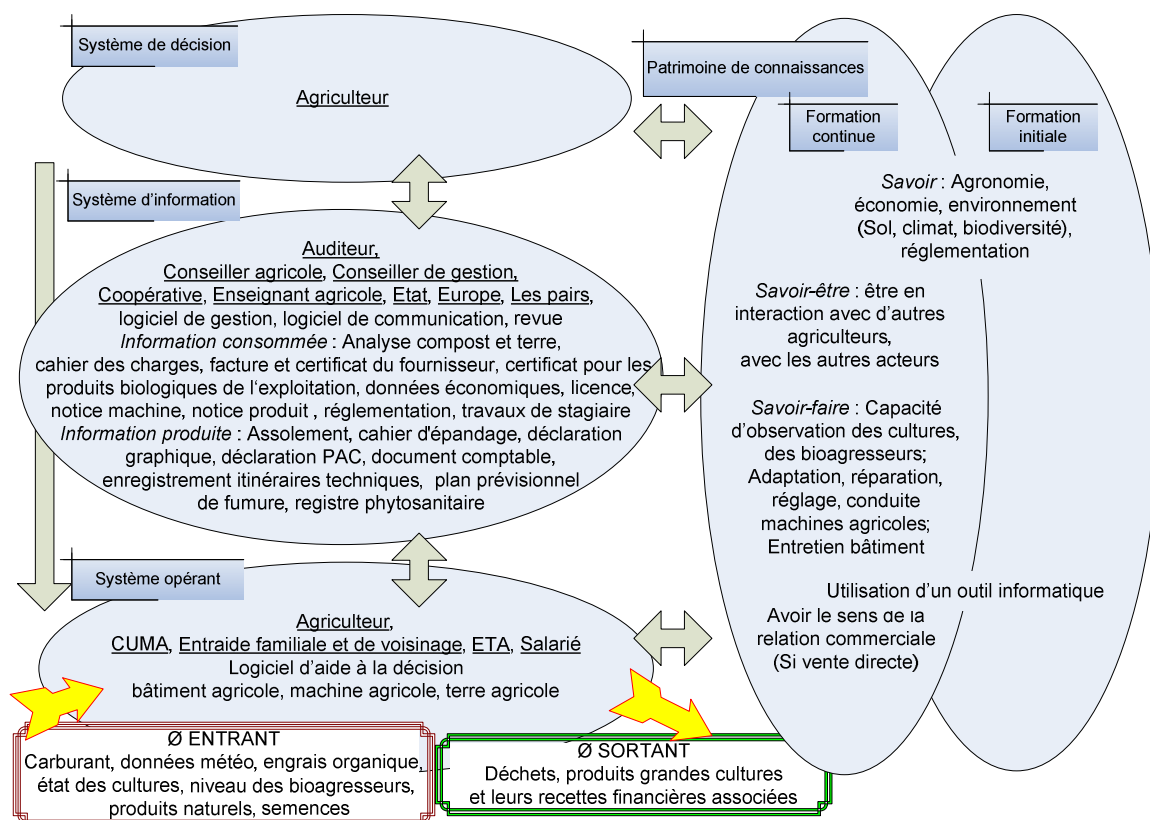


Figure 3 : Le modèle OIDC appliqué à l'agriculture biologique grandes cultures

Dans le schéma ci-dessus, nous avons positionné l'ensemble des informations consommées et produites dans les trois systèmes de décision, d'information et opérant. Le patrimoine de

connaissance agrège les connaissances portées par ces systèmes. Nous allons détaillé chacun des trois systèmes ainsi que le patrimoine de connaissances.

- **Le système de décision** comprend les agents qui pilotent le système. Selon le modèle canonique de décision proposé par Herbert Simon³, le processus de décision comprend trois phases. Une phase d'intelligence identifie et formule les problèmes et les risques liés. Les problèmes sont très souvent associés à un projet et se construisent progressivement. Si les solutions issues des routines sont impuissantes, une phase de conception fabrique des solutions possibles et les évalue. Enfin, une phase de sélection multicritère retient la solution. Dans une exploitation agricole, l'agriculteur suit toutes ces phases du modèle de décision. A la fin, il retient une solution :
 - à la fois conforme à son système de valeurs et à celui de son milieu social d'insertion (Darré 2004b) d'une part,
 - et d'autre part, la plus pertinente en terme d'efficacité par rapport à un ou plusieurs de ses objectifs généraux, associé à un programme prévisionnel et à son corps de règles de décisions (Cerf and Sebillotte 1988; Sebillotte and Soler 1988).

Car l'exploitation agricole est une très petite entreprise. L'agriculteur en est financièrement et juridiquement responsable. Bien sur, d'autres acteurs ont une plus ou moins grande influence sur ce processus. Tout d'abord, l'agriculteur doit respecter les réglementations imposées par les pouvoirs politiques nationaux et européens. La conditionnalité des aides l'y invite. De même, une coopérative va pousser l'agriculteur vers telle ou telle production pour alimenter ses usines agroalimentaires. Un éventuel refus risque de nuire à son partenariat vis-à-vis de la coopérative et peut contribuer à un certain isolement économique de l'agriculteur. Mais au final, et en toutes connaissances de cause, il est le chef d'entreprise et donc celui qui prend les risques en décidant. En agriculture biologique, les exploitants agricoles sont de plus très volontaires pour s'affranchir de toutes pressions et pour asseoir ainsi leur autonomie.

- **Le système d'information** comprend les agents qui informent l'agriculteur. Il est constitué par l'ensemble des informations stratégiques et tactiques fournies par ces acteurs. Ces dernières deviennent des informations consommées par l'agriculteur. Le système d'information recense également les informations produites par l'exploitation agricole. Celles-ci répondent à une ou à plusieurs finalités (ACTA 2007) à savoir la

³ Cité dans Le Moigne, J.-L. (1999). La modélisation des systèmes complexes. Paris.

démarche volontaire de l'agriculture biologique, la réglementation, mais aussi la conditionnalité des aides Pac (Politique Agricole Commune). Ainsi, les déclarations Pac⁴ et la déclaration graphique sont une exigence de la conditionnalité des aides Pac et de diverses réglementations. Malgré son importance en agriculture durable, la rotation n'est pas une information obligatoire à enregistrer par rapport aux trois finalités vues ci-dessus⁵. Les certificats du fournisseur (associés aux étiquettes de semences et de plants ainsi qu'aux factures) tracent les produits⁶ et permettent de certifier les conditions réelles de production. Elle garantit également le respect de la filière biologique. La tenue d'un registre phytosanitaire⁷ est associée à la fois aux contraintes réglementaires communautaires du paquet hygiène et à la conditionnalité des aides Pac. L'enregistrement des autres opérations des itinéraires techniques est par contre un acte volontaire de l'agriculteur. Il trace ainsi assez fréquemment ses opérations dans un "carnet de plaine".

- **Le système opérant** lie des acteurs et des flux qui produisent les biens. L'agriculteur est le plus souvent à la manœuvre. Il sous-traite quelques tâches mécaniques à des CUMA⁸ ou à des ETA⁹. Les logiciels d'aide à la décision optimisent les apports d'intrant. Ils sont moins présents en agriculture biologique car les intrants y sont moins fréquents et d'une manipulation plus complexe. Les flux sont constitués des matières, de l'énergie et des données qui alimentent le processus de production en continu. Ils sont "Entrant" et "Sortant". Les informations recensées y sont d'ordre opérationnel. Les données "météo" sont très importantes dans l'organisation quotidienne de l'agriculteur, en particulier sur sa possibilité d'intervenir dans les

⁴ En 2010, les agriculteurs biologiques bénéficient des aides Pac, comme tous les autres agriculteurs. Cette aide s'appuie sur un dispositif de droit à paiement proportionnel à la surface, intitulés Droit à Paiement Unique (DPU). Ils bénéficient également d'une aide spécifique de maintien dans l'agriculture biologique.

⁵ Tous les agriculteurs connaissent l'historique des cultures sur leur parcelle. Mais l'enregistrement de la rotation n'est obligatoire qu'en agriculture raisonnée, pour le label rouge ainsi que dans quelques autres démarches volontaires. Elle est cependant analysée par l'organisme certificateur. ACTA (2007). Mes documents sur l'exploitation Description et éléments de gestion. Paris: 384 pages.

⁶ Cette traçabilité obéit à une logique réglementaire dans le cadre du "paquet hygiène" développé en particulier dans le Parlement européen and Conseil de l'Union Européenne (28 janvier 2002). Règlement établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires, Journal officiel des Communautés européennes.

⁷ En agriculture biologique, des produits insecticides d'origine naturelle sont utilisés comme le pyrèthre.

⁸ CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole

⁹ ETA : Entreprise de Travaux Agricoles

champs. Le niveau des bioagresseurs et l'état des cultures sont issus directement des observations de l'agriculteur, de ses pairs ou bien de partenaires agricoles.

- **Le patrimoine de connaissances** recense toutes les connaissances utilisées et apportées de tous les acteurs et de tous les artefacts répertoriés dans les systèmes respectivement opérant, d'information et de décision. Dans le cas de la gestion des connaissances en agriculture, il est difficile de dissocier le contenu de la formation initiale des connaissances acquises au cours de la vie professionnelle. En effet, les lycées agricoles ont des relations constantes avec le milieu professionnel. Ils sont d'ailleurs sous la tutelle directe du Ministère de l'Agriculture contrairement à toutes les autres formations qui dépendent du Ministère de l'Education Nationale. Ils participent à la formation initiale autant qu'à la formation professionnelle. Nous proposons donc d'enrichir le modèle du patrimoine de connaissances proposé par (Ermine 1996, 2^{ème} édition 2000) en y distinguant les connaissances initiales des connaissances acquises au cours de la vie professionnelle. Certaines connaissances acquises en formation initiale sont régulièrement mises à jour ne serait ce que par la pratique ou par la formation continue. A l'inverse, certaines connaissances s'acquièrent pour l'essentiel sur le terrain comme le sens de l'observation des bioagresseurs.

2.2 L'essentiel du contenu de l'outil de gestion des connaissances

La complexité de conception de système de culture durable explique que des savoirs ne puissent pas être proposés aux agriculteurs sous forme de modèles décisionnels complets (Osty 1990) et généralisables. Cependant, la seule présentation de monographies associées à chaque exploitation agricole n'est pas suffisante ni pertinente. Il existe bien une régularité des savoirs qui dépasse une exploitation agricole. A l'inverse, du fait de la variabilité des conditions pédoclimatiques de la production agricole, de nombreux savoirs ne sont pas généralisables à grande échelle. Ils sont contextualisés. Les connaissances que l'outil privilégie sont situées entre des paquets techniques propres à chaque exploitation agricole et des savoirs savants non opérationnels.

Nous cherchons à obtenir des représentations cognitives des connaissances critiques pour l'action en particulier pour concevoir des SdCi¹⁰, performants et durables dans leur contexte

¹⁰ SdCi : Système de Culture innovant

(Soulignac, Ermine et al. 2010b). Nous distinguons deux types de ressources cognitives mobilisables : les connaissances thématiques et des savoirs contextuels que nous définirons.

- Les connaissances thématiques sont des connaissances agronomiques, économiques ou environnementales. Celles-ci ont une portée généralisable à l'ensemble des exploitations agricoles. Elles s'appliquent pour partie seulement à une exploitation agricole donnée.
- A l'échelle d'une exploitation agricole, les plus réussis et génériques de ces SdCi pourraient être modélisés et stockés dans une bibliothèque selon l'idée de (Meynard 2008). Ils illustrent un savoir contextuel. Cet oxymore apparent est propre à l'agriculture. La modélisation "données, information, connaissance" (Reix 2004) est efficace pour décrire des processus cognitifs dans une production industrielle. Elle est limitée conceptuellement pour décrire les ressources cognitives nécessaires à la production agricole. La notion de référence introduit un concept cognitif spécifique à l'agriculture. Ainsi, (Bortzmeyer, Couvreur et al. 2011) propose de définir la référence comme "une information mobilisable pour agir, explicite (par opposition à un savoir tacite), exogène (construit par un tiers) et contextualisée (dont le domaine de validité est bien cerné)". Une référence tient donc à la fois du conseil agricole (donc d'une information) et d'un savoir localisée (donc d'une connaissance) permettant d'interpréter des données. Des références qui illustrent le fonctionnement théorique d'une exploitation agricole pourraient alimenter la bibliothèque, comme le cas type ou le cas concret.
 - Un cas type est une "exploitation fictive, constituée par modélisation, et décrite grâce aux données concrètes et cohérentes des exploitations suivies d'un même système" (Cerf and Lenoir 1987). Le cas type est cognitivement efficace, pour transmettre à des acteurs opérationnels des savoirs éprouvés dans un environnement donné.
 - De même, un cas concret est "un cas type étudié en raison du caractère innovant sur certains points de ce type, mais dont la représentativité est généralement minoritaire sur le territoire du département ou de la région. Il est élaboré selon la même méthodologie que le cas type. L'intérêt majeur de ce cas concret est qu'il peut fournir des pistes d'orientations, de stratégies et d'adaptations des principaux systèmes d'exploitation du département ou de la région" (Chambre régionale d'agriculture de Bourgogne 2009).

- D'autres types de savoir contextuel sont possibles comme une monographie. Une monographie est la représentation d'une exploitation agricole réelle. Des représentations d'exploitation agricoles originales peuvent servir en effet de réservoir d'idées à combiner et à tester dans des environnements différents. Bien évidemment, leurs limites d'usage sont à préciser.

Nous allons maintenant aborder successivement la question de la sélection des connaissances les plus importantes, i.e. les connaissances critiques ainsi que celle de leur représentation.

2.3 Les connaissances critiques

Selon (Grundstein 2002), les connaissances critiques sont celles sans lesquelles les problèmes cruciaux d'une organisation n'ont pas de solution. Les connaissances évaluées sont aussi bien explicites que tacites. La mesure de cette criticité est bâtie à la fois (Grundstein 2002) sur la vulnérabilité des connaissances (rareté, accessibilité, coût et délais d'acquisition) et sur leur importance en terme d'enjeux collectifs. (Aubertin 2007; Ricciardi, De Oliveira Barroso et al. 2007) sont proches de ce mode d'évaluation. (Aubertin 2007) cite en sus la difficulté d'usage de la connaissance. TELECOM & Management SudParis (ex INT) a développé une méthode de cartographie des connaissances critiques : La méthode M3C. Tous proposent un système de note établi par des usagers expérimentés du domaine. (Viola and Morin 2007) signale un biais dans la construction de cette criticité. Les personnes sollicitées sont tentées de surestimer la criticité des connaissances qu'elles gèrent directement. Cette surévaluation leur donnerait ainsi davantage d'importance dans l'organisation. La question des connaissances critiques partageables est également posée dans le cadre de l'entreprise étendue (Boughzala 2007b).

Dans (Soulignac, Ermine et al. 2010a), nous avons recensé, à dire d'expert, les connaissances prioritaires à gérer. Dans cette publication, nous avons développé la partie méthodologique pour établir ce classement. Nous reprenons ce dernier dans le Tableau 2. Les thèmes des savoirs à traiter sont classés par ordre décroissant de priorité pour les agriculteurs.

Thème de connaissances
Adventices
Fertilisation phosphatée
Fertilisation azotée
Climat, sol
Rotation
Marché
Fertilisation soufrée
Récolte, stockage
Fertilisation potassique
Variétés
Limaces
Insectes
Maladies aériennes
Maladies telluriques

Tableau 2 : Hiérarchie des connaissances critiques en agriculture biologique

2.4 Quel modèle retenir pour la représentation des connaissances en agriculture durable ?

L'outil à construire est d'abord un livre de connaissances informatisé. Les connaissances proposées sont métiers et de fait complexes. Elles sont enrichies des connaissances académiques. La logique de présentation des connaissances ne peut se réduire à une approche du type encyclopédique. Il faut pouvoir lier les connaissances entre elles. Des liens hypertextes n'y suffisent pas. Nous sommes à la recherche de formalismes originaux qui décrivent le métier d'agriculteur. Ces modèles graphiques ont pour vocation de faciliter les processus cognitifs. Ils sont autant de portes d'entrée à des formes de connaissances plus approfondies comme les textes, et éventuellement des images ou des vidéos (Moity-Maïzi and Bouche 2008). Ces derniers supports contiennent plus spécifiquement des connaissances tacites comme le réglage de la herse étrille. Ainsi, les modèles structurent la connaissance.

2.4.1 Présentation de modèles et de méthodes de représentation des connaissances

Nous avons étudié trois types de représentation disponibles GIEA, CEMAgriM et Mask.

- GIEA est issu de l'ingénierie des systèmes d'information. Le besoin ressenti par la profession agricole de faciliter les échanges administratifs et commerciaux depuis et vers l'agriculteur a conduit les acteurs à développer le projet GIEA "Gestion des Informations de l'Exploitation Agricole" en 2003. L'ambition de GIEA est d'aboutir à

une structuration sémantique agricole commune des informations ayant une vocation à être échangées autour de l'exploitation agricole.

- CEMAgriM est issu de l'ingénierie de l'entreprise. Des travaux originaux (Abt 2010) ont porté sur l'adaptation aux exploitations agricoles de techniques de modélisation d'entreprise utilisées en génie industriel. Les cadres de modélisation du métier agricole s'avèrent en effet insuffisants. La démarche est double d'une part mieux comprendre le système d'information mais aussi le système d'entreprise. Un nouveau cadre de modélisation a été proposé.
- Mask est issu de l'ingénierie des connaissances. Nous souhaitons formaliser des connaissances pour des humains. Pour cette raison, nous excluons des méthodes de spécification de systèmes informatiques comme la méthode CommonKADS. Nous recherchons par contre des modèles écrits simplement et lus intuitivement. Ces modèles sont des instruments de communication à l'attention d'usagers. La méthode d'ingénierie opérationnelle de gestion des connaissances : la méthode Mask proposée par (Ermine 1996, 2^{ième} édition 2000) fournit un ensemble de modèles ciblés sur la personne et non pas sur l'ordinateur. Cette méthode se fonde sur le "macroscope de la connaissance". Le macroscopie exprime la complexité de la connaissance. Il repose sur deux hypothèses. La première est "sémiotique" : La connaissance est une information qui a du sens selon un certain contexte. Le sens et le contexte illustrent respectivement une dimension cognitive et opérationnelle de la connaissance. La seconde hypothèse est "systémique". Une connaissance est perçue selon trois points de vue : la structure, la fonction ainsi que l'évolution. Cette combinaison des deux hypothèses fonde le macroscopie de la connaissance schématisé dans la figure 4. Elle aboutit à neuf types de modèles soit :
 - Pour l'information, les trois modèles des données, des traitements et de la datation ; ainsi une information est structurée par les données, elle a pour fonction d'être traitée et elle est datée.
 - Pour le sens, les trois modèles des concepts, des tâches et des lignées ; le sens est constitué par les réseaux sémantiques des concepts sur lesquels nous appliquons des tâches cognitives. Le modèle de la lignée s'attache à l'évolution des objets ou des concepts.

- Pour le contexte, les trois modèles de phénomène, de l'activité et de l'historique ; un contexte repose sur des phénomènes qui font l'objet d'activités. Le modèle de l'historique explique l'évolution dans le temps des connaissances.

Ils sont théoriquement nécessaires pour décrire la connaissance. Dans la plupart des cas, deux à trois types de modèles suffisent.

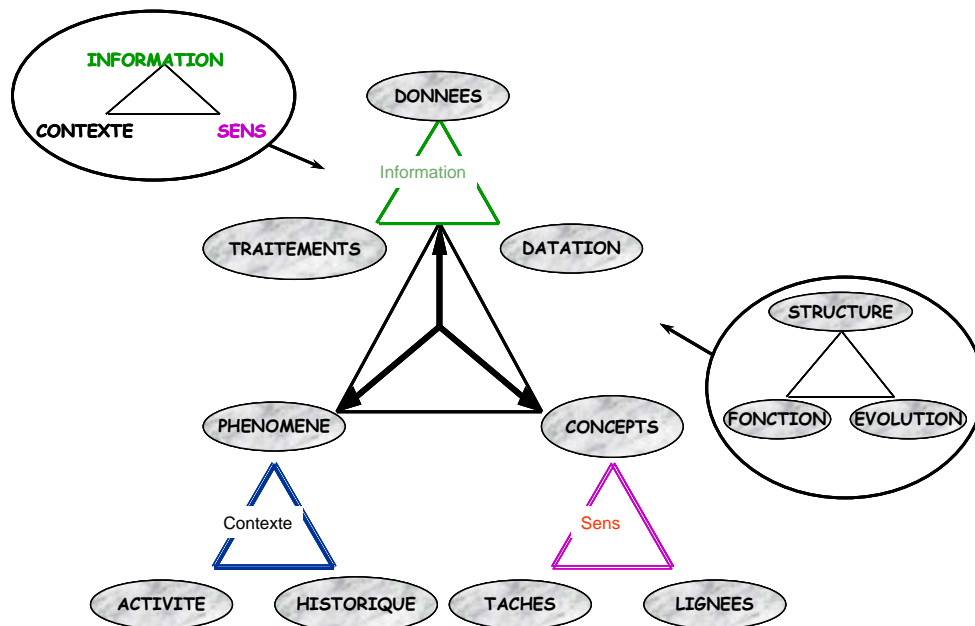


Figure 4 : Le macroscopie de la connaissance (Ermine 1996, 2^{ème} édition 2000)

2.4.2 Comparaison et choix d'un modèle de représentation

Nous avons donc un langage GIEA et deux méthodes, CEMAgriM et Mask, à comparer. Nous retenons comme critère de comparaison les facteurs suivants :

- La présence d'une méthode qui est une garantie quant à la rigueur attendue pour le recueil des connaissances
- La capacité de représenter des connaissances thématiques, ainsi que la capacité de représenter une exploitation agricole à travers un cas type, un cas concret ou une monographie, selon l'approche retenue au paragraphe 2.2 L'essentiel du contenu de l'outil de gestion des connaissances
- La nature du langage pour représenter les modèles. En effet, un trop lourd investissement pour l'appropriation d'un langage est antinomique avec une participation forte des usagers à l'outil.

- Des modalités de connaissances étendues ; si toutes les connaissances ne sont pas représentées, les savoirs critiques décrits doivent l'être dans la gamme de modalités la plus large possible.
- La facilité d'appropriation des modèles par l'utilisateur

Nous allons reprendre ces critères en les appliquant aux trois types étudiés de représentation graphique de connaissance présentés dans le Tableau 3.

Eléments de comparaison		GIEA	CEMAgriM	Mask
Type de représentation		Issu de l'ingénierie des Systèmes d'Information	Issu de l'ingénierie d'entreprise	Issu de l'ingénierie des connaissances
Cadre méthodologique		Non	Oui	Oui
Capacité de représenter des connaissances thématiques		Non	Non	Oui
Capacité de représenter une exploitation agricole		Oui	Oui	Oui
Sémantique du langage		Formel	Semi-Formel	Informel
Modalité de connaissance	Déclarative	Oui	Oui	Oui
	Procédurale	Non	Oui	Oui
	Explicative	Non	Non	Oui
	Conditionnelle	Non	Oui	Oui
	Relationnelle	Non	Oui	Non
Facilité d'appropriation des modèles		Orienté informaticien du monde agricole	Orienté usager du monde agricole	Orienté usager d'un domaine de connaissance

Tableau 3 : Comparatif des trois types de représentation

La comparaison met en évidence les points suivants :

- Pour la connaissance thématique, seul la méthode Mask a la capacité de la représenter. Par contre, sa limite est dans l'absence de la modalité relationnelle. Celle-ci n'apparaît pas toujours utile lors de la modélisation d'un cas type. Si cette modalité s'avérait cependant nécessaire pour illustrer par exemple une organisation commerciale originale, il sera toujours possible d'utiliser un modèle de données ou de traitement (Issu de la méthode Merise ou bien du langage UML).
- Pour la représentation de cas type ou de monographie d'exploitation agricole, la méthode CEMAgriM est intéressante car d'une part elle est orientée vers les usagers du monde agricole, d'autre part sa gamme de modalités de représentation des connaissances est assez complète. Malheureusement, il faudrait développer la

dimension explicative des modèles. Celle-ci est essentielle pour transmettre des idées novatrices. Ainsi, nous avons envisagé d'adapter la méthode CEMAgriM en y ajoutant la modalité explicative.

Cependant, nous retiendrons uniquement la méthode Mask à la fois pour représenter les connaissances thématiques et pour représenter une exploitation agricole. Elle est immédiatement adaptée pour exprimer les raisons associées aux connaissances et donc les comprendre. Cette compréhension par l'utilisateur final est indispensable pour l'appropriation de solutions innovantes à l'échelle d'une exploitation agricole. De plus, le choix exclusif de Mask pour standardiser la représentation des connaissances évite à l'utilisateur l'apprentissage de deux méthodes.

2.5 Les modèles Mask appliqués à l'agriculture biologique

Nous allons donc appliquer les modèles Mask successivement aux connaissances thématiques mais aussi aux cas types ou à des monographies.

2.5.1 Les modèles pour gérer la connaissance thématique

Nous avons appliqué cette méthode sur les pratiques de quelques agriculteurs biologiques en grandes cultures dans les régions d'Auvergne et de Bourgogne. La profession reconnaît une excellente maîtrise de leur métier aux agriculteurs retenus. La rigueur appliquée à leur choix respecte la méthodologie Mask. En effet, celle-ci exige que les personnes enquêtées aient un haut niveau d'expertise dans leur domaine. Nous allons présenter deux types de modèles appliqués à la conduite de grandes cultures.

- **Le modèle de concept** classifie la connaissance selon un mode proche de celui de notre mémoire. Dans le cas du modèle de machinisme agricole pour la culture du blé biologique présenté sur la Figure 5, l'agriculteur va classer intuitivement les types de machines par la logique des travaux à pratiquer sur l'itinéraire cultural. Pour des raisons ergonomiques et de lisibilité, nous ne présentons pas l'ensemble du modèle. Ainsi, un objet ombré renvoie vers un sous-modèle. Dans un outil informatique, la liaison vers le sous modèle se fait par un lien hypertexte. Chacune des machines identifiées sont autant de points d'entrée vers des fiches qui les détaillent et des images qui les représentent. De même, un modèle de concept pourrait classer les adventices suivant leur nuisance avec renvoi pour chacune d'entre elles à des fiches sur les méthodes de lutte associées.

- **Le modèle de tâche** spécifie le mode de raisonnement d'un professionnel agricole. Il précise sa stratégie de résolution d'un problème particulier. Pour ce faire, il utilise des concepts présents dans le modèle des concepts. La Figure 6 ci-dessous illustre la stratégie de lutte contre les adventices dans le cadre de la conduite du blé. Il fait par exemple référence à la herse étrille, décrite par ailleurs dans le modèle de machine agricole. Un objet ombré renvoie également vers un sous-modèle.

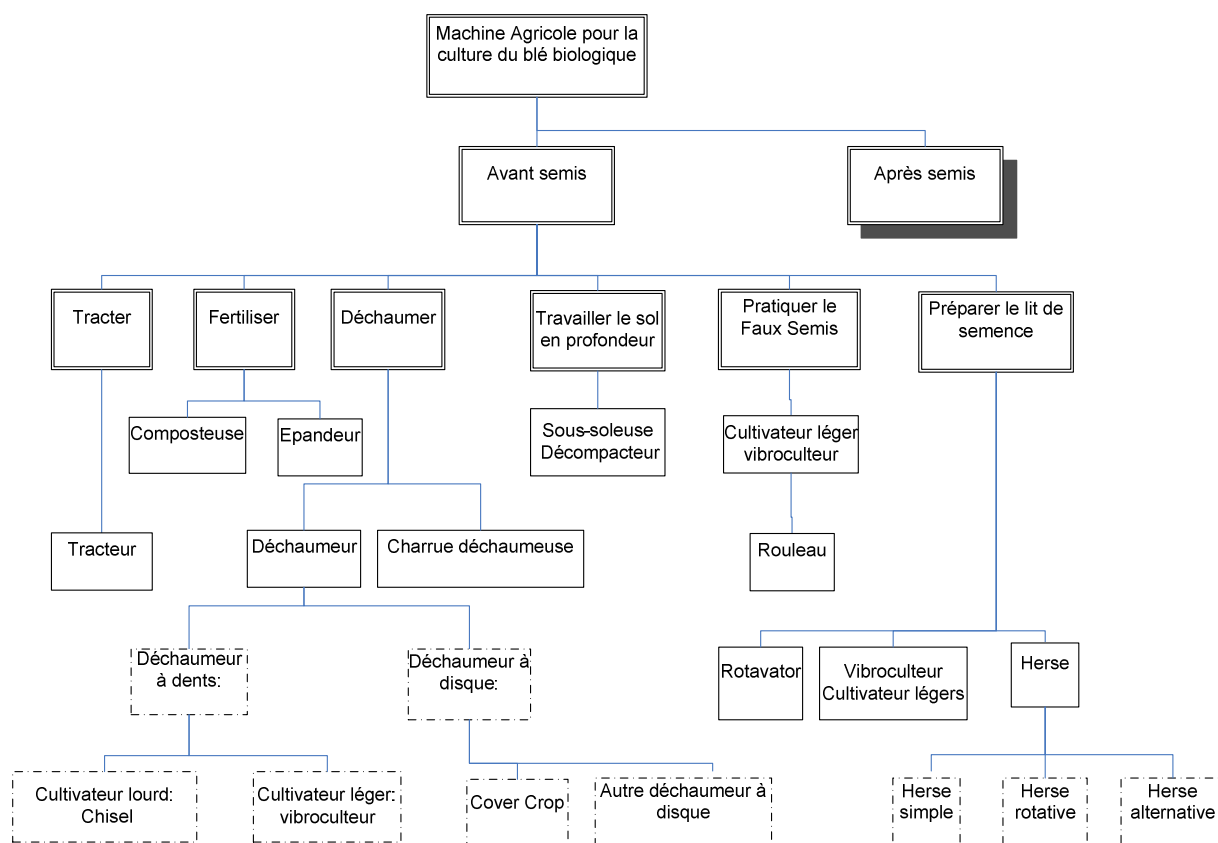


Figure 5 : Modèle de concept adapté au machinisme agricole

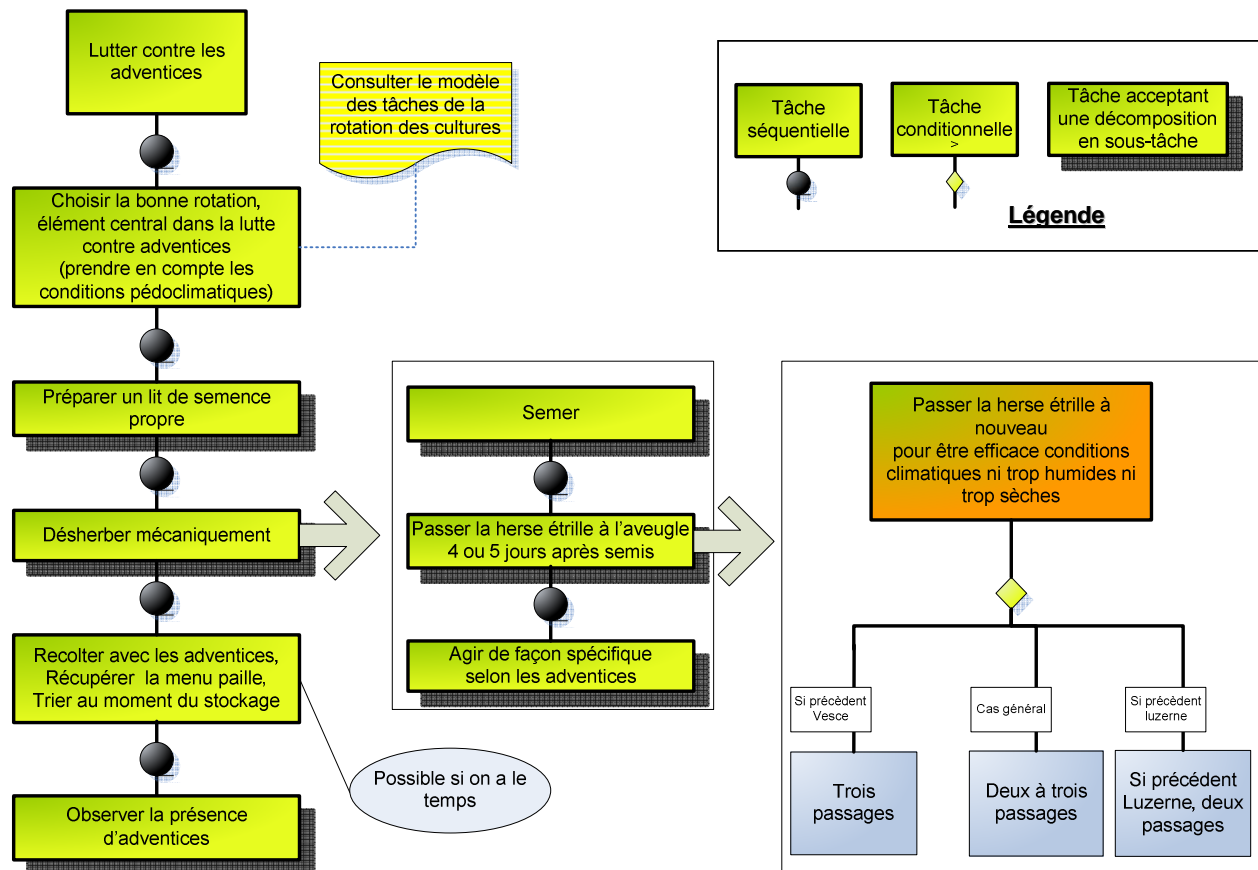


Figure 6 : Modèle de tâche de la lutte contre les adventices

Malgré des contextes pédoclimatiques différents, la majorité des connaissances est cependant mobilisable d'une région à l'autre. En revanche, selon ses propres contraintes, un agriculteur n'en mobilise que quelques unes. Ainsi, les modèles présentés ci-dessus leur fournissent des connaissances non directement opérationnelles. Mais celles-ci facilitent l'agencement de leurs systèmes de culture, et des itinéraires techniques attachés, au contexte spécifique de leur exploitation agricole. Nous avons présenté une dizaine de ces modèles aux agriculteurs. Ils se sont appropriés rapidement la connaissance associée.

2.5.2 Les modèles pour représenter des cas types de systèmes de culture innovants

Nous proposons que l'outil contienne une bibliothèque des systèmes de culture innovants et durables sous la forme de cas type ou de monographie. Cette représentation nécessite plusieurs éléments à décrire : le domaine de validité du SdCi représenté ainsi que sa durabilité, la succession des cultures, les itinéraires techniques avec leur règle de décision. Cependant, cette mise en commun va bien au-delà de la représentation des résultats. Le mode

de calcul des résultats ou bien leur validation¹¹ doivent aussi être identifiés, affichés voire dans certains cas homogénéisés. Cette homogénéisation ne va pas de soi dans le paysage balkanisé des référentiels produits par des acteurs d'origine diverse.

Par définition, les connaissances à modéliser sont contextuelles. Nous allons donc identifier quels sont les modèles de la méthode Mask qui sont le plus adaptés à notre objectif.

- Le domaine de validité du SdCi précise le contexte du cas type ou de la monographie que l'on souhaite décrire. L'évaluation du SdCi cerne son intérêt au regard des critères de durabilité. Pour exprimer ces paramètres, le modèle du phénomène est retenu. Il exprime bien l'idée du passage global d'un système à un autre. La Figure 7 présente le contexte d'exploitations agricoles en Bourgogne.

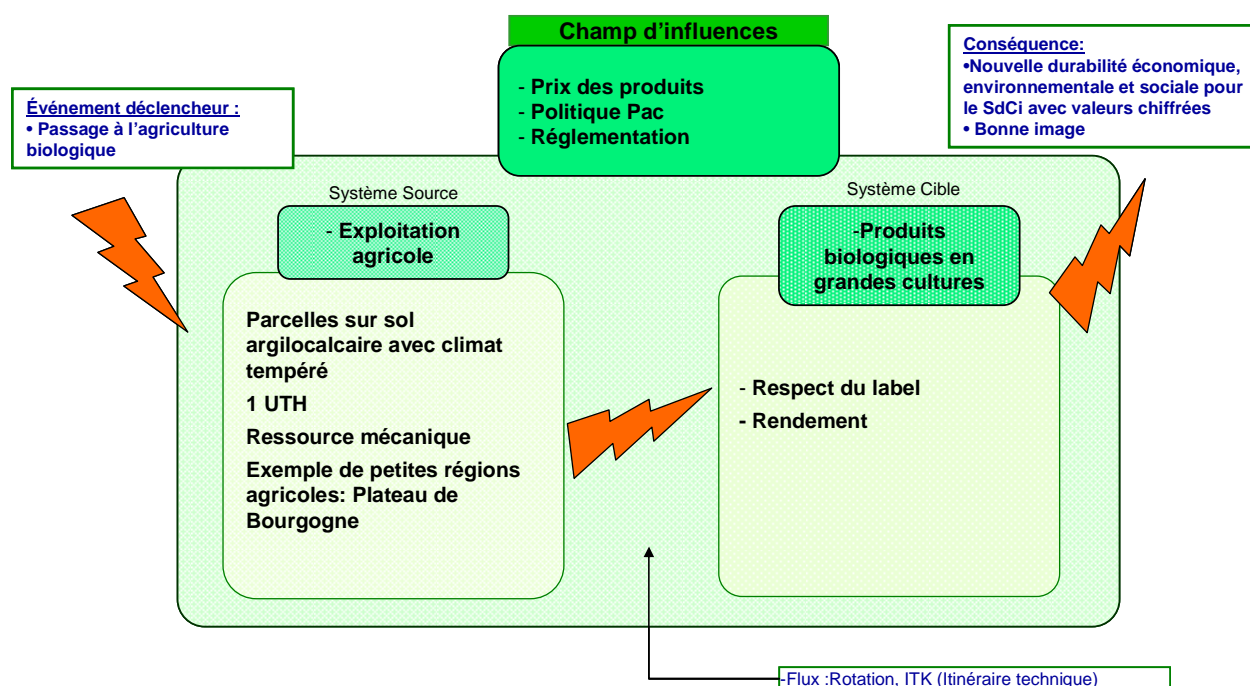


Figure 7 : Modèle du phénomène de l'agriculture biologique en grande culture (Plateau de Bourgogne)

¹¹ Par exemple, le calcul de la marge brute se fait de différentes manières.

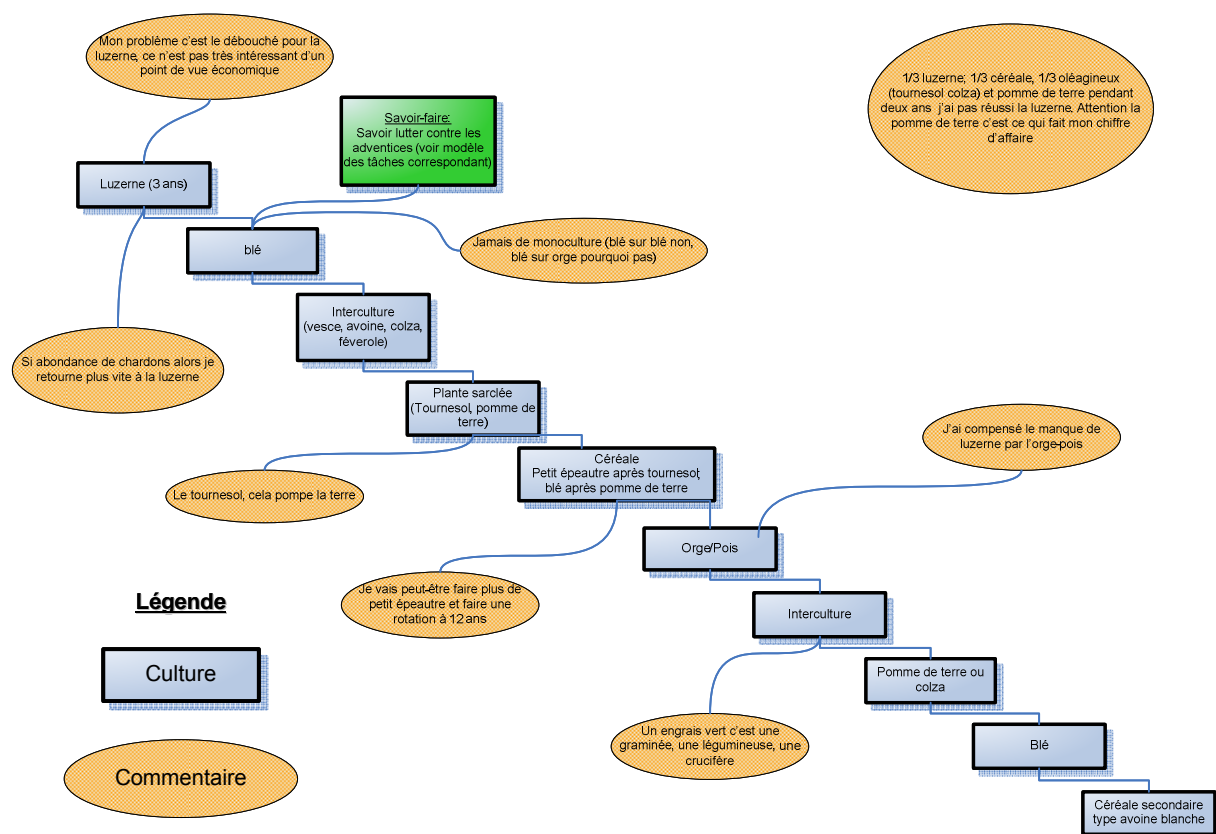


Figure 8 : Description d'une succession culturale

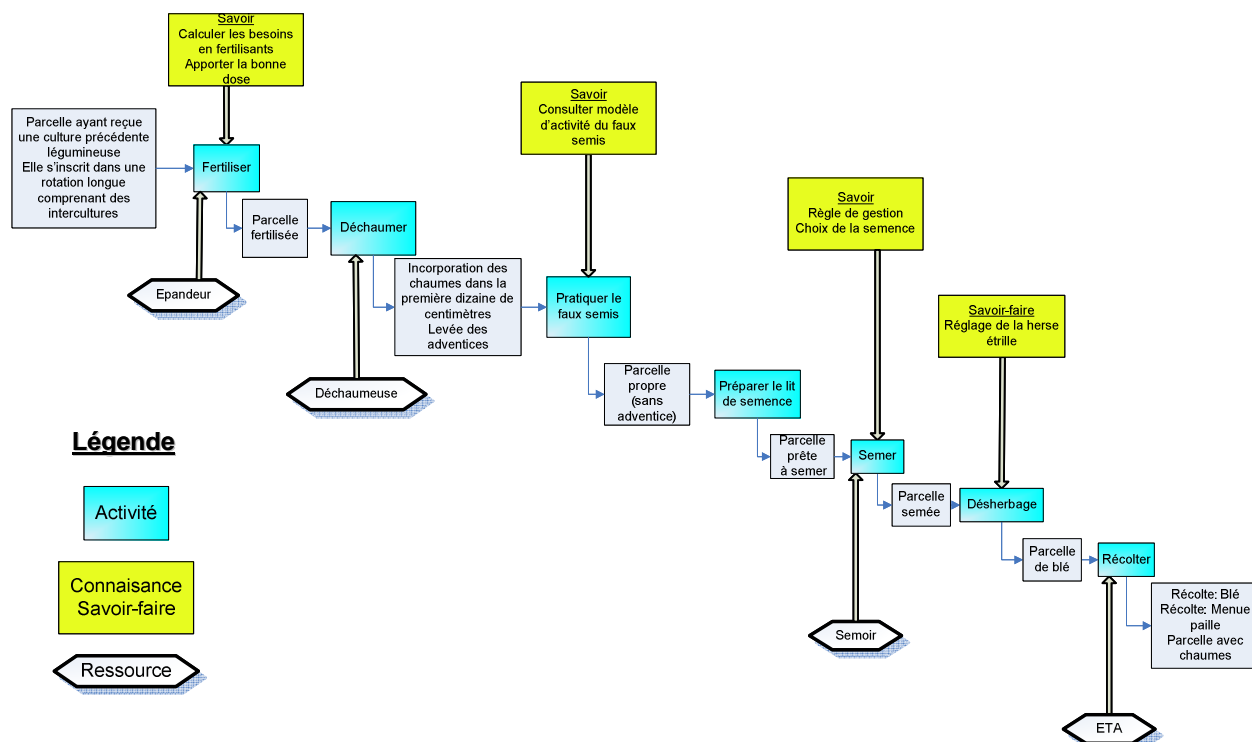


Figure 9 : Modèle d'activité de l'itinéraire technique du blé

- La rotation autant que les itinéraires techniques sont des processus de production associés à une parcelle. Pour la rotation, nous avons formalisé sommairement la succession des cultures. Dans la Figure 8 ci-dessus, nous présentons l'enchaînement des cultures. Chaque culture peut être enrichie de commentaires. Par la description de l'itinéraire technique, le modèle de l'activité est opportun. Chaque type de culture a un itinéraire technique. La Figure 9 ci-dessus l'illustre pour la culture du blé. Une étape de cet itinéraire peut-être associée à une ou plusieurs règles de gestion. Chaque règle reprend un raisonnement de l'agriculteur associé à des valeur-seuils d'indicateurs. Elle est assez simple et très souvent du type conditionnel. Nous proposons de formaliser cette règle par le modèle de tâche déjà présenté.

Ces différents modèles représentent au mieux les répertoires d'actions et les procédures de routine (Cerf and Sebillotte 1997) associés aux SdCi. Ils portent tant sur des choix stratégiques (Rotation), des choix tactiques (Itinéraire technique ou certaines règles de gestion) ou encore des choix opérationnels. Les procédures de routine, en particulier celles liées aux traitements des risques, peuvent être décrites grâce aux modèles de tâches.

CONCLUSION

Nous avons proposé ici un serveur de connaissances pour l'agriculture durable. Celui-ci est d'une part basé sur l'analyse des jeux d'acteurs qui seront les usagers de cet outil. Nous avons également défini son contenu avec sa mise en forme grâce à la méthodologie MASK. Nous avons montré que son utilisation est satisfaisante pour produire un langage graphique représentatif du métier de l'agriculture biologique grandes cultures que cela soit pour des connaissances thématiques ou pour des cas types¹². Ainsi, ces modèles Mask distinguent les connaissances procédurales des connaissances déclaratives comme cela est recommandé dans les travaux en psychologie cognitive (Cerf, Papy et al. 1990). D'un point de vue cognitif, les modèles de Mask rendent plus accessibles les savoirs. Grâce à des liens hypertextes, ils conduisent vers d'autres formes de connaissances comme des textes. L'insertion de ces modèles dans un outil informatique rend possible leur mise à jour par des connaissances empiriques ou des connaissances académiques. Ces dernières sont introduites soit par un

¹² Nous avons présenté ces modèles aux partenaires du projet Casdar RefAB le mardi 23 novembre 2010 à Paris. Ils ont été bien accueillis par cette communauté. Ce projet regroupe les acteurs majeurs du développement en agriculture biologique autour de la production et de la diffusion de références.

travail de reconstruction et d'enrichissement de certains documents, soit par l'insertion directe des modèles ingénieriques. Pour représenter les connaissances, la limite de la méthode Mask réside ici dans le faible recul d'expertise des agriculteurs interrogés. Si la capitalisation d'expérience à l'échelle d'une campagne annuelle est possible, elle est beaucoup plus difficile à obtenir sur un horizon plus long comme celui de la rotation (Duru, Papy et al. 1988). Au moment de l'interview, la plupart d'entre eux n'ont qu'une à deux rotations d'expérience. Or, les rotations durent une dizaine d'années en agriculture biologique. A l'inverse, cette limite temporelle rappelle tout l'intérêt de la capitalisation croisée entre agriculteurs dans des contextes de production proche. La Figure 10 résume la place des différents contenus dans l'outil. On y retrouve les documents de l'environnement institutionnel, des connaissances opérationnelles ainsi que les connaissances académiques associées aux agricultures durables. L'architecture informatique de l'outil est définie ; un prototype est en cours de développement.

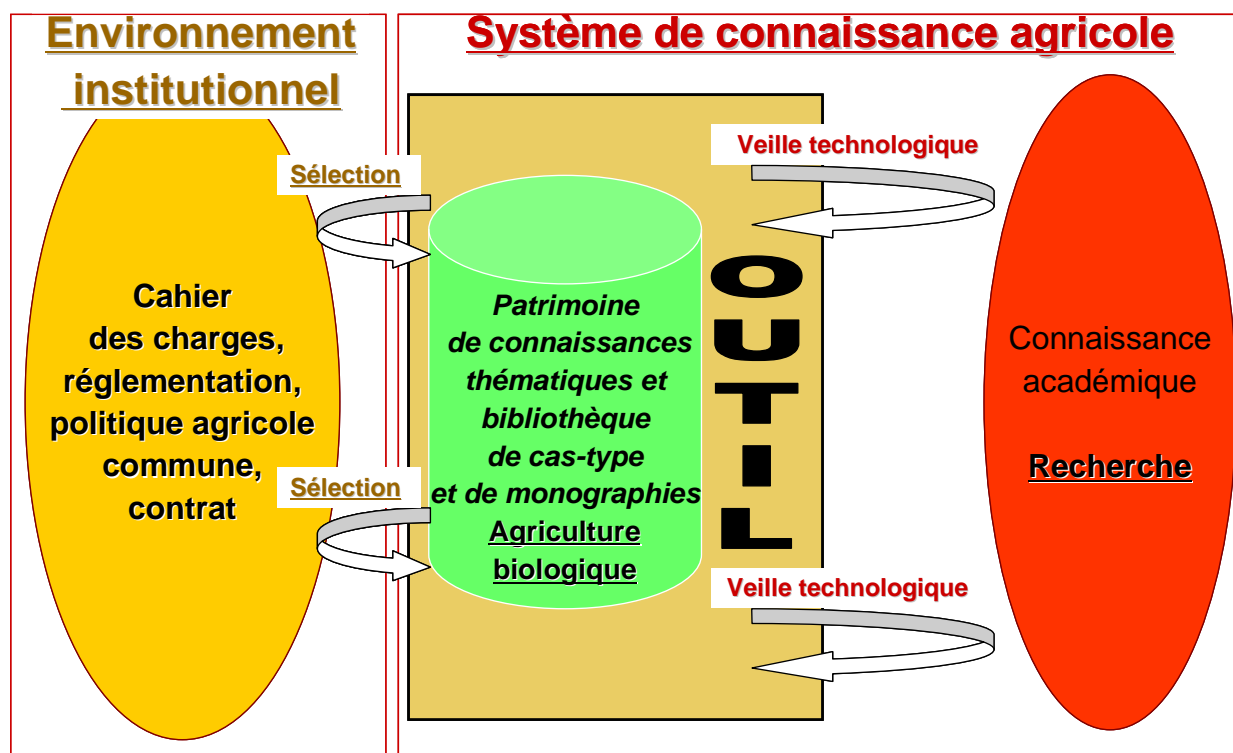


Figure 10 : Contenu dans l'outil

BIBLIOGRAPHIE

Abt, V. (2010). Une approche méthodologique et de modélisation des exploitations agricoles dans une perspective d'ingénierie d'entreprise et de système d'information. Paris, Dauphine Université: 665 pages

ACTA (2007). Mes documents sur l'exploitation Description et éléments de gestion. Paris: 384 pages.

Bortzmeyer, M., S. Couvreur, et al. (2011). Communiqué. Conférence de consensus: "Quel référentiel pour l'Agriculture Biologique" Paris.

Cerf, M., D. Gibbon, et al. (2000). Cow up a tree Knowing and learning for change in agriculture, Case studies from industrialised countries. Paris, INRA.

Cerf, M. and D. Lenoir (1987). Le développement agricole en France, Presses universitaires de France Que sais-je ?

Cerf, M., F. Papy, et al. (1990). Théorie agronomique et aide à la décision. Modélisation systémique et système agraire Décision et organisation. Paris, INRA: Pages 181-202.

Cerf, M. and M. Sebillotte (1988). Le concept de modèle général et la prise de décision dans la conduite de culture Séance du 15 juin 1988, Paris, Académie d'agriculture de France.

Cerf, M. and M. Sebillotte (1997). "Approche cognitive des décisions de production dans l'exploitation agricole." Economie rurale Volume 239 Numéro 1: Pages 11-18.

Chambre régionale d'agriculture de Bourgogne (2009). Rosace Bourgogne Du terrain...à la prospective. Dijon: 5 pages.

Compagnone, C., F. Hellec, et al. (2008). "Raisonnement des pratiques et des changements de pratiques en matière de désherbage : regards agronomiques et sociologiques à partir d'enquêtes chez des agriculteurs." Innovations agronomiques: Pages 89-105.

Darré, J.-P. (1999). La production de connaissance dans les groupes locaux d'agriculteurs. L'innovation en agriculture: Questions de méthodes et terrains d'observation. IRD: pages 93-112.

Darré, J.-P. (2004b). Bases théoriques et antécédents de l'étude des formes de connaissances dans les activités pratiques. Le sens des pratiques, Conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes. Paris, INRA Pages 53-69.

Duru, M., F. Papy, et al. (1988). Le concept de modèle général et l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole. Séance du 15 juin 1988, Paris, Académie d'agriculture de France.

Ermine, J.-L. (1996, 2^{ième} édition 2000). Les systèmes de connaissances. Paris, Editions Hermès.

Ermine, J.-L. (2007a). Introduction au Knowledge Management. Management des connaissances en entreprise. Lavoisier. Paris, Hermes Science: Pages 23 à 45.

INRA (2010). Ecophyto R&D Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides. Paris: 8 pages.

Le Masson, P., B. Weil, et al. (2006). Les processus d'innovation Conception innovante et croissance des entreprises. Paris, Hermes Lavoisier.

Le Moigne, J.-L. (1999). La modélisation des systèmes complexes. Paris.

Mathieu, A., J. Lasseur, et al. (2004). Un projet d'agronome : accéder aux conceptions des agriculteurs pour comprendre les pratiques. Le sens des pratiques, Conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes. Paris, Inra: Pages 19-33.

Meynard, J.-M. (2008). Produire autrement : réinventer les systèmes de culture. Systèmes de culture innovants et durables. Paris, Educagri éditions: pages 11 à 27.

Moity-Maïzi, P. and R. Bouche (2008). Researchers and collective know-how: looking at knowledge production through a lens. 8th European IFSA Symposium "Empowerment of the rural actors: A renewal of the farming systems perspective", Clermont-Ferrand (France), IFSA.

Parlement européen and Conseil de l'Union Européenne (28 janvier 2002). Règlement établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires, Journal officiel des Communautés européennes.

Reix, R. (2004). Systèmes d'information et management des organisations 5ième édition. Paris.

Sebillotte, M. and L.-G. Soler (1988). Le concept de modèle général et la compréhension du comportement de l'agriculteur. Séance du 15 juin 1988, Paris, Académie d'agriculture de France.

Soulinac, V., J. L. Ermine, et al. (2010a). "Gestion informatisée des connaissances pour une agriculture durable." International journal of Information Sciences for Decision Making ISDM n°40: 3ème Conférence Francophone Gestion des Connaissances, Société et Organisations (GECSO) 25 pages.